

Notas Técnicas do Laboratório Nacional de Astrofísica

Projeto mecânico do simulador do motor Cobra

Márcio Vital de Arruda

LNA/NT/2017-15
Jan/2017

Projeto mecânico do simulador do motor Cobra

Marcio Vital de Arruda¹

¹*Laboratório Nacional de Astrofísica, marruda@lna.br*

Resumo: Esta nota técnica apresenta o projeto mecânico do simulador do motor Cobra. Este conjunto foi desenvolvido pelo autor como uma alternativa de menor custo em relação ao motor Cobra do projeto PFS e foi utilizado nas medidas preliminares de FRD.

Abstract: This white paper presents the mechanical desing of the Cobra motor simulator. It was developed by the author as a lower cost alternative to Cobra motor of PFS project, and it was used in preliminary FRD measurements.

Palavras-chave/keywords: PFS; Projeto mecânico; Simulador Cobra / PFS; Mechanical design; Cobra simulator

Sumário

1	Introdução	4
2	Projeto mecânico	4
2.1	Dados de entrada	4
2.2	Projeto do simulador	5
3	Conclusões	9

Lista de Figuras

1	Dimensões motor Cobra.	5
2	Vista em corte simulador motor Cobra	6
3	Dimensão máxima externa do simulador	7
4	Detalhe da ponta afunilada da longarina com o <i>fiber arm</i> fixado.	8
5	Projeto final em CAD.	8
6	Projeto final executado.	9

Acrônimos e definições

- *PFS – Prime Focus Spectrograph*
- LNA – Laboratório Nacional de Astrofísica
- *JPL – Jet Propulsion Laboratory*
- *FRD – Focal Ratio Degradation*
- Cobra – Nome dado ao motores posicionadores de fibras ópticas utilizados no projeto PFS

Escopo do documento

Esta nota técnica visa a apresentação do projeto mecânico do dispositivo descrito no título deste documento, e para contextualizar o assunto, o autor apresenta alguns tópicos que não são pertinentes ao projeto mecânico propriamente dito, pois, é importante descrever sobre os requisitos e a finalidade do equipamento. Portanto, quaisquer conclusões sobre resultados de medidas, projeto de automação, detalhes de eletrônica, etc, não são assuntos referentes a esta nota, cabendo ao autor apenas conclusões do projeto mecânico e fabricação mecânica.

1 Introdução

Esta nota técnica apresenta o desenvolvimento de um mecanismo simulador do motor Cobra[1, 2, 3] utilizado no projeto *Prime Focus Spectrograph – PFS*[4]. O Laboratório Nacional de Astrofísica participa do projeto PFS no desenvolvimento, fabricação, montagem e testes dos cabos de fibras ópticas deste espectrógrafo. Durante a fase de desenvolvimento do projeto PFS foi necessário obter medidas preliminares de *focal ratio degradation – FRD* com os motores Cobra em operação. Este simulador viabilizou os primeiros resultados¹, sendo uma alternativa de baixo custo para o LNA, pois foi inteiramente produzido com materiais disponíveis na instituição.

2 Projeto mecânico

2.1 Dados de entrada

Durante a fase de desenvolvimento conceitual dos cabos de fibras ópticas, o responsável pelo projeto PFS no Japão solicitou dados de *Focal Ratio Degradation – FRD* durante operação, ou seja, haveria necessidade de se conhecer estes dados nos extremos dos movimentos dos motores com as fibras torcidas. Logo, identificou-se que a melhor maneira de extrair estes resultados era por simulação da realidade, não pela teoria.

O motor Cobra foi produzido especificamente para o projeto PFS pela *New Scale Technologies*[5] e o responsável pelo projeto dos motores, o *Jet Propulsion Laboratory – JPL*[6], não podia enviar uma unidade para o LNA para tal teste. Assim, o LNA deveria adquirir uma unidade deste motor junto a *New Scale Technologies*. Porém, o investimento não poderia sair dos recursos do projeto PFS no Japão, tal forma que o ensaio foi viabilizado por meios de elementos disponíveis na instituição, desenvolvendo e fabricando um simulador descrito neste trabalho.

Devido às dimensões reduzidas dos motores Cobra, o projeto do simulador não era trivial. O motor Cobra foi desenvolvido utilizando a tecnologia piezo elétrica e com dois movimentos distintos, não sendo possível ao LNA replicar ou fazer algo

¹Não é objetivo desta nota técnica apresentar ou descrever os testes realizados. Esta nota descreve o processo de necessidade de tal mecanismo e apresenta o projeto mecânico do mesmo para futuras consultas sobre projetos mecânicos desenvolvidos na instituição.

Tabela 1: Tabela com as restrições de geometria
 [Fonte: [1, 2, 3]]

Requisito	Valor	Unidade
Diâmetro externo posicionador	≤ 7.7	mm
Diâmetro interno 1º estágio	≥ 1.2	mm
Offset 2º estágio	2.375	mm
Amplitude 1º estágio	≤ 360	graus
Amplitude 2º estágio	$\leq 180, \leq 360$	graus

similar. A Tabela 1 apresenta as restrições de geometria e a Figura 1 as dimensões por meio de uma escala graduada.

2.2 Projeto do simulador

Para contornar as dificuldades dimensionais e tecnológicas, o autor desta nota propôs um conjunto com motores CC de pequeno porte com um deslocamento maior entre eixos, o offset do segundo estágio. Tal forma que os resultados promovidos por este simulador seriam numericamente maiores que os resultados do motor verdadeiro, dando subsídios para validação dos resultados.

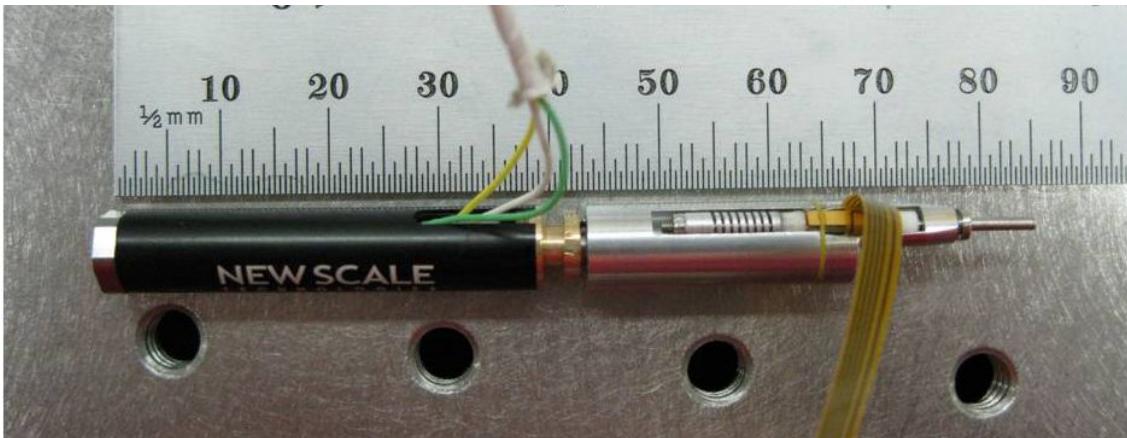
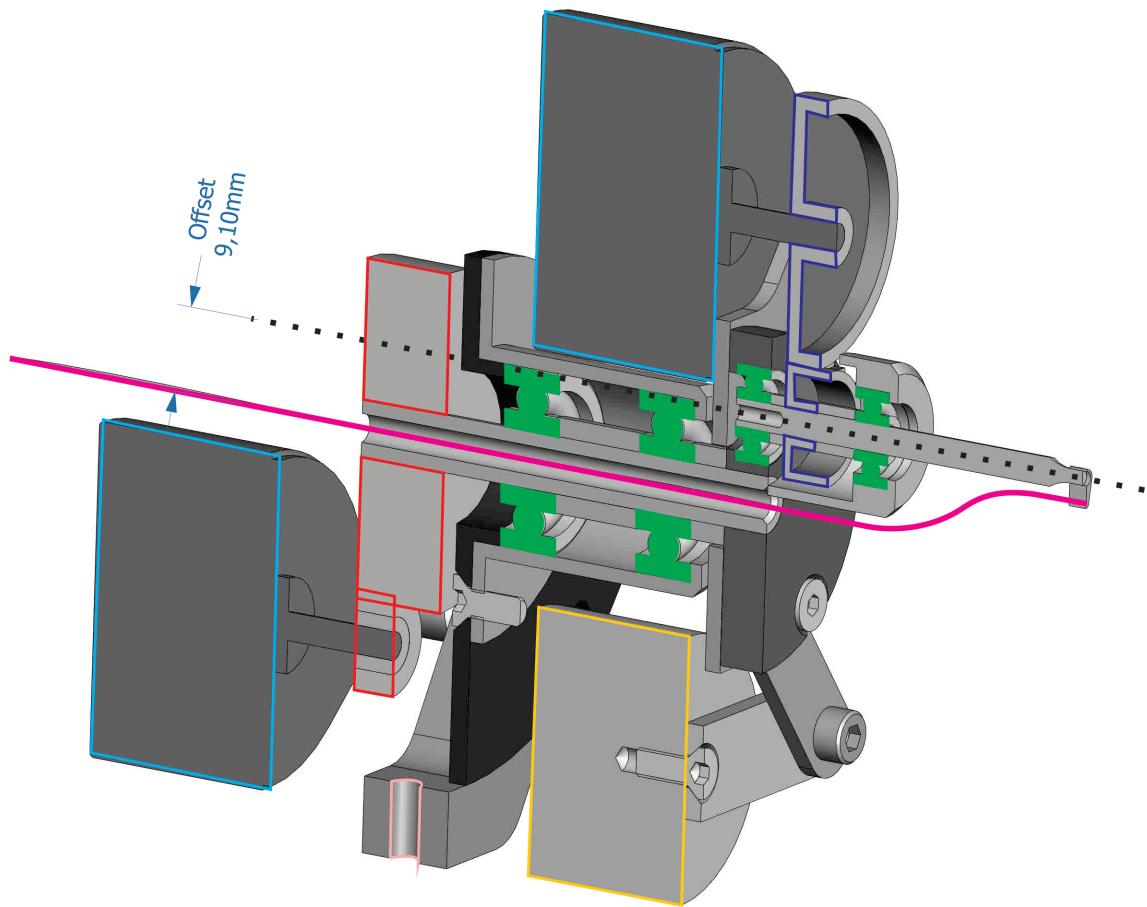


Figura 1: Dimensões motor Cobra.
 [Fonte: [1, 2, 3]]

Dois motores CC atuam em eixos distintos por meio de engrenagens de plástico e eixos apoiados em mancais de rolamento para suavidade dos movimentos. Por fim, um contrapeso é responsável pelo balanceamento do sistema. A Figura 2 apresenta um corte com os elementos descritos.



- Legenda:
- Rosca para fixação na bancada
 - Motores DC
 - Contrapeso
 - Engrenagem 1º estágio
 - Engrenagem 2º estágio
 - Rolamentos
 - Rota da fibra óptica

Figura 2: Vista em corte simulador motor Cobra

A fixação do conjunto em bancada óptica é feito por meio de uma rosca padrão M6 e a montagem é paralela ao plano da bancada óptica, facilitando a captura de imagem oriunda da fibra óptica.

Este simulador possui dimensões bem maiores se comparado ao motor Cobra, cujo diâmetro externo deve ser $\leq 7.7\text{mm}$, como pode ser visto na Figura 3. Contudo,

o dimensional externo não interfere na proposta do projeto. Não seria possível, a exemplo, simular vários motores ao mesmo tempo, porque estas dimensões externas impediriam tal simulação.

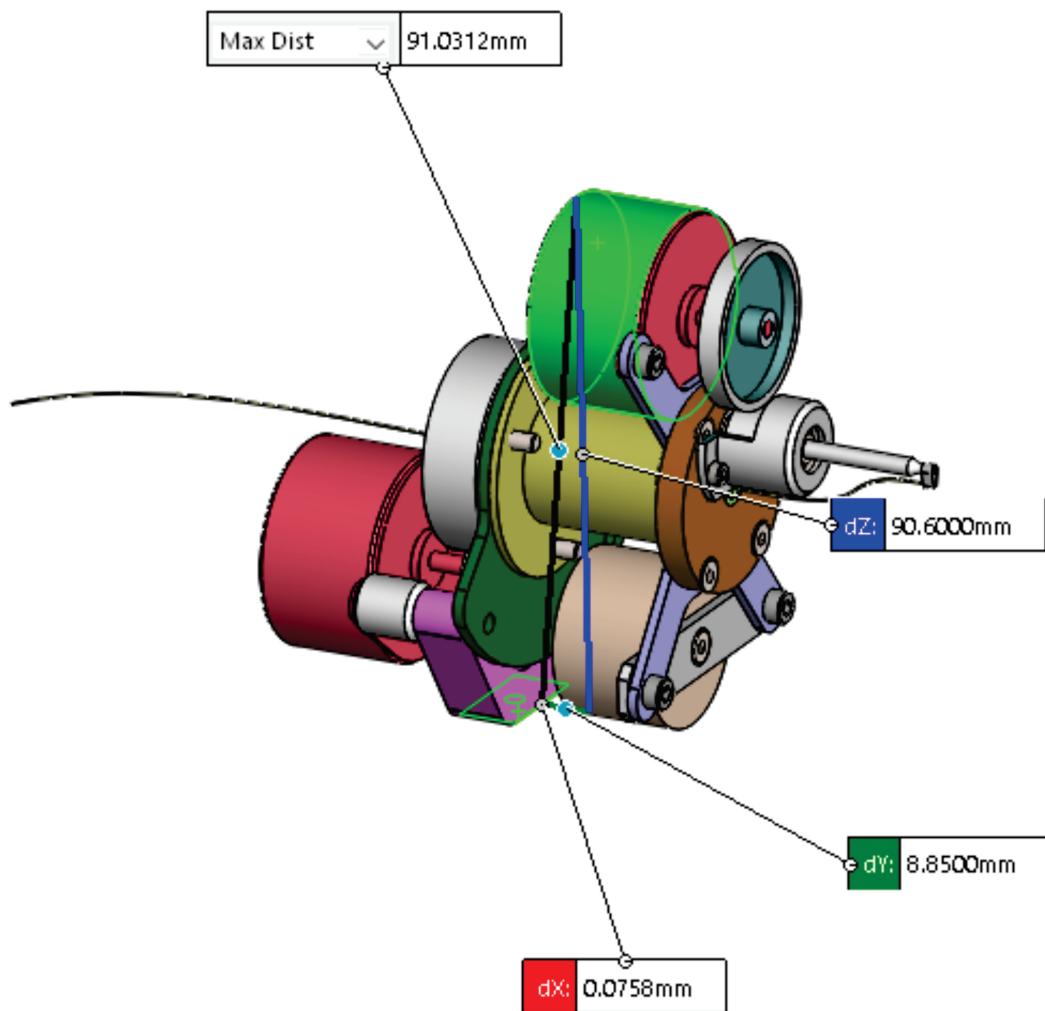


Figura 3: Dimensão máxima externa do simulador

Para facilitar a troca de fibra óptica, é requisito que a longarina que sustenta o *fiber arm*² seja afunilada, conforme Figura 4.

²Braço que sustenta a fibra óptica na ponta da longarina.

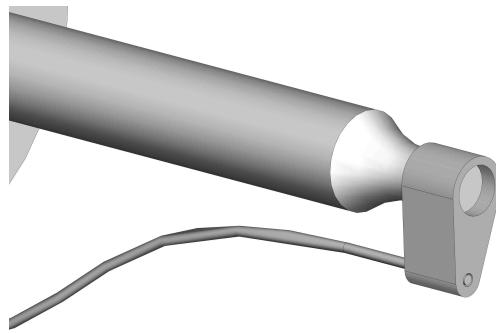


Figura 4: Detalhe da ponta afunilada da longarina com o *fiber arm* fixado.

Finalmente, para controlar os motores, foram utilizados controladores já disponíveis no laboratório de eletrônica do LNA e de operação facilitada, ficando os limites de movimento definidos pela automação e não por meio de algum limitador mecânico. Como funciona esta automação não é foco desta nota técnica.

A Figura 5 apresenta o projeto finalizado em CAD e a Figura 6 o projeto executado, montado e testado³.

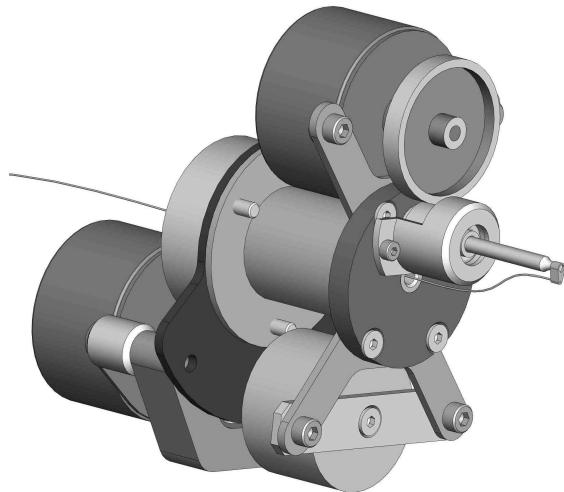


Figura 5: Projeto final em CAD.

³Apenas parte mecânica do sistema

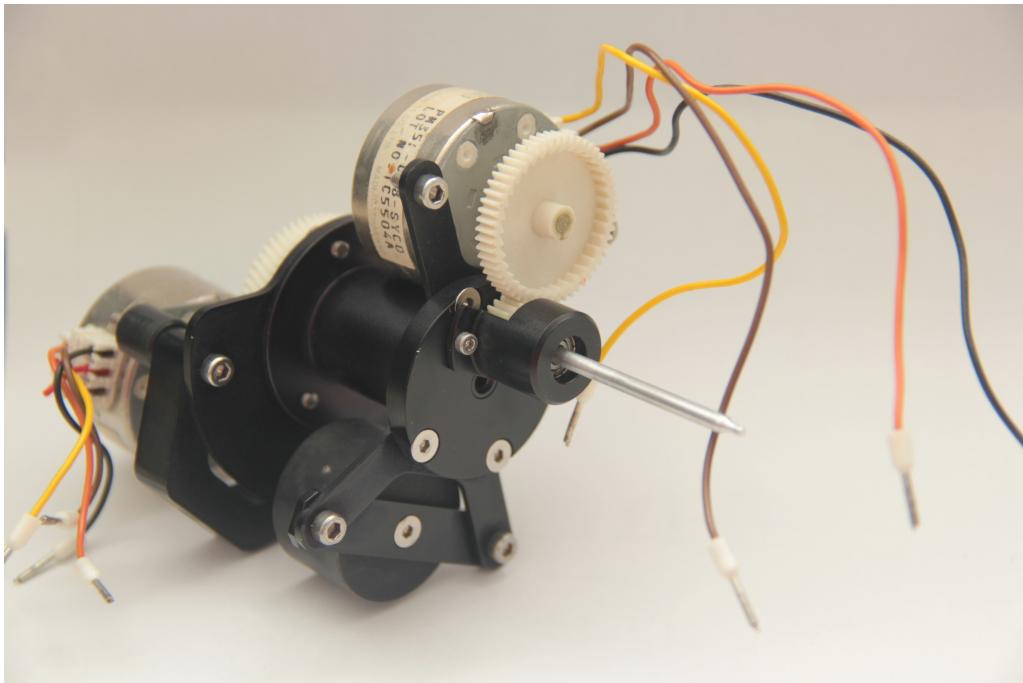


Figura 6: Projeto final executado.

3 Conclusões

O *offset* final do projeto deste simulador, por restrições dimensionais impostas pelos motores CC, foi 9,10mm. Ou seja, 6,725mm maior que o *offset* especificado originalmente. Este offset maior foi imposto por limitações do raio do rolamento utilizado no segundo estágio.

O diâmetro interno, por onde a fibra é roteada, possui limitações de fabricação. Por isso foi utilizado um diâmetro maior do que o do motor Cobra real.

Nem sempre é possível adquirir um determinado instrumento para executar simulações ou ensaios laboratoriais. É importante mostrar que é possível apresentar alternativas construtivas para utilização em ensaio laboratorial. O custo deste instrumento foi muito baixo porque utilizou elementos disponíveis na instituição. Conhecimento gera conhecimento.

Referências

- [1] Fisher, C. et al., *Cobra – a Two-Degree of Freedom Fiber Optic Positioning Mechanism*, IEEEAC paper # 1185, Version 5, 2009.
- [2] Fisher, C. et al., *Developments in high-density Cobra fiber positioners for the Subaru Telescope’s Prime Focus Spectrometer*, Modern Technologies in Space- and Ground-based Telescopes and Instrumentation II, SPIE Proceedings, Vol. 8450, 2012.
- [3] Fisher, C. et al., *Developing Engineering Model Cobra fiber positioners for the Subaru Telescope’s Prime Focus Spectrometer*, Advances in Optical and Mechanical Technologies for Telescopes and Instrumentation, SPIE Proceedings, Vol. 9151, 2014.
- [4] Institute for the Physics and Mathematics of the Universe, *Prime Focus Spectrograph - PFS*, <http://pfs.ipmu.jp/index.html>, acessado em: janeiro de 2017.
- [5] New Scale Technologies, <http://www.newscaletech.com/>, acessado em: janeiro de 2017.
- [6] Jet Propulsion Laboratory, <http://www.jpl.nasa.gov/>, acessado em: janeiro de 2017.